

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. Juni 2005 (30.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2005/059620 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: G02B 21/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/013673

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Dezember 2004 (02.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 58 122.7 12. Dezember 2003 (12.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): CARL ZEISS JENA GMBH [DE/DE]; Carl-Zeiss-  
Promenade 10, 07745 Jena (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MUCHEL, Franz  
[DE/DE]; Lortzingstrasse 2, 89551 Königsbrunn (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: CARL ZEISS JENA GMBH;  
BECK, Bernard, Carl-Zeiss-Promenade 10, 07745 Jena  
(DE).

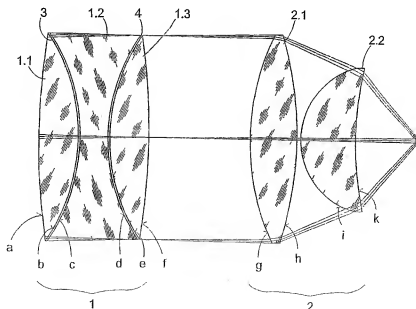
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: APOCHROMATIC CONDENSER

(54) Bezeichnung: APOCHROMATISCHER CONDENSOR



(57) Abstract: The invention relates to an optical system with reduced chromatic aberration, in particular for use in microscopes for reproducing the light source in the aperture diaphragm of a condenser. According to the invention, an adapter assembly (1) is allocated to a collector assembly (2), said adapter assembly acting in an apochromatic manner and permitting the chromatic aberration of the collector assembly (2) to be significantly reduced, thus achieving the high aperture required on the lamp side for excellent operating efficiency during the reproduction of the light source.



TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

## APOCHROMATISCHER KONDENSOR

Die Erfindung bezieht sich auf ein optisches System mit reduzierter chromatischer Aberration, insbesondere zur Verwendung in Mikroskopen zur Abbildung der Lichtquelle in die Aperturblende eines Kondensors.

In der Regel wird bei abbildenden optischen Geräten, insbesondere bei Mikroskopen, zur vergrößerten Abbildung der Lichtquelle in die Aperturblende eines Kondensors bzw. zur Ausleuchtung des Bildfeldes eine einer sammelnden Feldlinse entsprechende optische Baugruppen, eine so genannte Kollektorlinse oder ein aus mehreren Linsen bestehender Kollektor, verwendet. Die Kollektorlinse bzw. der Kollektor ist meist unmittelbar vor der Lichtquelle angeordnet.

Es ist beispielsweise bekannt, aus fünf Linsen bestehende achromatische Kollektorbaugruppen zu verwenden, bei denen die chromatische Längsabweichung gegenüber einem nichtachromatischen Kollektor gleicher Brennweite zwar um etwa die Hälfte reduziert ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein optisches System zu schaffen, in dem bereits vorhandene Kollektorbaugruppen verwendet werden können und bei dem die chromatische Abberation einer verwendeten Kollektorbaugruppe weitestgehend korrigiert ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit einem optischen System gelöst, das eine Kollektorbaugruppe sowie eine der Kollektorbaugruppe zugeordnete apochromatisierende Adapterbaugruppe umfaßt.

Mittels der apochromatisierenden Adapterbaugruppe wird die chromatische Aberration der Kollektorbaugruppe wesentlich reduziert und so die für einen angestrebten guten Wirkungsgrad notwendige hohe lampenseitige Apertur erzielt.

Beispielhaft besteht die Adapterbaugruppe aus drei Linsen, wobei eine Linse negativer Brechkraft zwischen zwei Linsen positiver Brechkraft angeordnet ist. Dabei sind diese drei Linsen vorteilhaft durch Luftspalte voneinander getrennt, und die den Luftspalten jeweils zugewandten Linsenflächen sind mit gleichen Radien ausgeführt.

In einer besonderen Ausgestaltung können die beiden Linsen mit positiver Brechkraft auch hinsichtlich ihrer sonstigen optischen Eigenschaften identisch ausgebildet sein.

Die Adapterbaugruppe kann mit verschiedenartige Kollektorbaugruppen kombiniert werden, beispielsweise auch mit solchen, die lediglich aus zwei sammelnden Linsen bestehen.

Um die Adapterbaugruppe wahlweise mit verschiedenen Kollektorbaugruppen kombinieren und so stets die chromatische Aberration einer Kollektorbaugruppe reduzieren zu können, ist es von besonderem Vorteil, wenn Mittel zur lösbaren Verbindung der Adapterbaugruppe mit der jeweils vorgesehenen Kollektorbaugruppe vorhanden sind.

Auf diese Weise lassen sich vorhandene Kollektorbaugruppen unter Zuhilfenahme der Adapterbaugruppe speziellen Anforderungen an die Bildgüte anpassen, ohne daß für jede spezielle Anforderung gesondert eine hochwertige Kollektorbaugruppe hergestellt werden muß.

Mittel zur lösbaren Verbindung von optischen Baugruppen sind aus dem Stand der Technik bekannt und lassen sich bei entsprechender konstruktiver Anpassung leicht auch zur Kopplung einer Adapterbaugruppe mit einer jeweils zur Verwendung bestimmten Kollektorbaugruppe ausgestalten.

Das erfindungsgemäße optische System ist vorzugsweise ausgelegt für Wellenlängen im Bereich zwischen 365 nm und 644 nm.

Die Erfindung soll nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

- Fig.1 eine schematische Darstellung des erfindungsgemäßen optischen Systems, bestehend aus einer Kollektorbaugruppe und einer Adapterbaugruppe;
- Fig.2 ein Diagramm zur Darstellung der chromatischen Aberration der Kollektorbaugruppe aus Fig.1 ohne zugeordnete Adapterbaugruppe sowie zur Darstellung der chromatischen Aberration des erfindungsgemäßen optischen Systems nach Fig.1, bestehend aus der Kollektorbaugruppe und der Adapterbaugruppe.

In Fig.1 ist das erfindungsgemäße optische System dargestellt am Beispiel einer Adapterbaugruppe 1, bestehend aus drei Linsen 1.1, 1.2 und 1.3, sowie einer Kollektorbaugruppe 2, die zwei Linsen 2.1 und 2.2 umfaßt.

In diesem System ist die Adapterbaugruppe 1 lichtquellen-seitig, die Kollektorbaugruppe 2 bildseitig angeordnet. Die

optisch wirksamen Linsenflächen sind, objektseitig beginnend, für beide Baugruppen fortlaufend mit a bis k bezeichnet.

Die Linsen 1.1 und 1.3 der Adapterbaugruppe 1 sind in dem hier gewählten Ausführungsbeispiel beide mit positiver Brechkraft und auch mit ihrer sonstigen optischen Eigenschaften identisch ausgeführt. Dagegen hat die Linse 1.2 negative Brechkraft.

Weiterhin sind die drei Linsen 1.1, 1.2 und 1.3 durch Luftspalte 3 und 4 voneinander getrennt, wobei die den Luftspalten zugewandten Linsenflächen b und c bzw. d und e jeweils gleiche Krümmungsradien haben.

Die beiden Linsen 2.1 und 2.2 der Kollektorbaugruppe 2 haben jeweils positive Brechkraft.

Das vorbeschriebene erfindungsgemäße optische System weist vorteilhaft folgende Parameter auf:

Baugr.	Fläche	Radien r	Dicken d	Brechzahl $n_e$	Abbezahl $v_e$	Durchmesser
Adapter	a	130				27.38334
	b	-24	5	1.552320	63.459999	27.38454
	c	-24	0.2			26.79942
	d	24	3	1.647690	33.849998	26.76505
	e	24	0.2			27.77575
	f	-130	5	1.552320	63.459999	27.75754
			10			

Kollektor	g	25.119				28.39285
	h	-54.247	5.8	1.522490	59.480000	28.24918
	i	12.232	0.3			22.63967
	k	141.25	7.2	1.458464	67.821443	22.56214

Besonders vorteilhaft sind die Adapterbaugruppe 1 und die Kollektorbaugruppe 2 durch eine mechanische Kopplungseinrichtung miteinander verbunden, die so ausgebildet ist, daß beide Baugruppen ohne oder zumindest mit einfach zu handhabenden technischen Hilfsmitteln voneinander gelöst werden können, so daß es möglich ist, die Adapterbaugruppe 1 auch zur Kombination mit weiteren Kollektorbaugruppen zu verwenden und mit diesen zu verbinden, um denselben bzw. ähnliche optische Effekte im Hinblick auf die Korrektur der chromatischen Aberration zu erzielen, wie dies im gewählten Ausführungsbeispiel mit der Kollektorbaugruppe 2 gelingt.

Die mechanische Kopplungseinrichtung ist zeichnerisch nicht dargestellt, kann jedoch in unterschiedlichen Ausführungen bei entsprechender konstruktiver Anpassung aus dem Stand der Technik übernommen werden.

Der Effekt, der durch die Zuordnung der Adapterbaugruppe 1 zur Kollektorbaugruppe 2 im Ausführungsbeispiel erzielt wird, ist aus Fig.2 ersichtlich. Hier sind in einem Diagramm auf der x-Koordinate die Fokusabweichungen in  $\mu\text{m}$  und in y-Richtung die Wellenlänge, ebenfalls in  $\mu\text{m}$ , abgetragen. Von den beiden eingezeichneten Kurven stellt die Kurve 5 die chromatische Aberration der Kollektorbaugruppe 2 ohne die Adapterbaugruppe 1 und deren korrigierende Wirkung dar.

Die Kurve 6 macht deutlich, in welchem Maße die chromatische Aberration reduziert wird, wenn der Kollektorbaugruppe 2 die Adapterbaugruppe 1 in der vorbeschriebenen Weise zugeordnet wird.



## Bezugszeichenliste

1	Adapterbaugruppe
1.1, 1.2, 1.3, 1.4	Linsen
2	Kollektorbaugruppe
2.1, 2.2	Linsen
3, 4	Luftspalte
5, 6	Kurven
a, b, c, d, e, f,	
g, h, i, k	Linsenflächen

## Patentansprüche

1. Optisches System mit reduzierter chromatischer Aberration, insbesondere zur Verwendung in Mikroskopen zur Abbildung der Lichtquelle in die Aperturblende eines Kondensors, umfassend
  - eine Kollektorbaugruppe (2) sowie
  - eine der Kollektorbaugruppe zugeordnete Adapterbaugruppe (1) mit apochromatisierender Wirkung.
2. Optisches System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Adapterbaugruppe (1) aus drei Linsen (1.1, 1.2, 1.3) besteht, wobei eine Linse (1.2) negativer Brechkraft zwischen zwei Linsen (1.1, 1.3) positiver Brechkraft angeordnet ist.
3. Optisches System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die drei Linsen (1.1, 1.2, 1.3) durch Luftspalte (3,4) voneinander getrennt sind und die den Luftspalten (3,4) zugewandten Linsenflächen (b,c;d,e) gleiche Radien haben.
4. Optisches System nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Eigenschaften der beiden Linsen (1.1, 1.3) positiver Brechkraft identisch sind.
5. Optisches System nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kollektorbaugruppe (2) aus zwei Linsen (2.1, 2.2) besteht.

6. Optisches System nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur lösbaren Verbindung der Adapterbaugruppe (1) mit gegeneinander austauschbaren, sich in ihren optischen Eigenschaften unterscheidenden Kollektorbaugruppen (2) vorhanden sind.
7. Optisches System nach einem der vorgenannten Ansprüche, ausgelegt für Wellenlängen im Bereich von 365 nm bis 644 nm.
8. Optisches System nach einem der vorgenannten Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Parameter

Baugr.	Fläche	Radien r	Dicken d	Brech- zahl $n_e$	Abbezahl $v_e$	Durch- messer
Adapter	a	130	5	1.552320	63.459999	27.38334
	b	-24	0.2			27.38454
	c	-24	3	1.647690	33.849998	26.79942
	d	24	0.2			26.76505
	e	24	5	1.552320	63.459999	27.77575
	f	-130	10			27.75754
Kollektor	g	25.119	5.8	1.522490	59.480000	28.39285
	h	54.247	0.3			28.24918
	i	12.232	7.2	1.458464	67.821443	22.63967
	k	141.25				22.56214



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/013673A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G02B21/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 734 498 A (KRASIEVA ET AL) 31 March 1998 (1998-03-31) column 31, line 9 - line 17; figures 1-10	1-8
A	US 2 576 011 A (GREY DAVID S) 20 November 1951 (1951-11-20) column 6, line 45 - line 56	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*C\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 March 2005

Date of mailing of the international search report

22/03/2005

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentkan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl

Authorized officer

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP2004/013673

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5734498	A	31-03-1998	WO	9530919 A1		16-11-1995
US 2576011	A	20-11-1951	NONE			

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/013673

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G02B21/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beiz. Anspruch Nr.
A	US 5 734 498 A (KRASIEVA ET AL) 31. März 1998 (1998-03-31) Spalte 31, Zeile 9 - Zeile 17; Abbildungen 1-10	1-8
A	US 2 576 011 A (GREY DAVID S) 20. November 1951 (1951-11-20) Spalte 6, Zeile 45 - Zeile 56	1-8

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nützlich ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

15. März 2005

22/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk

Bevollmächtigter Beauftragter

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Abdruckzeichen

PCT/EP2004/013673

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5734498	A	31-03-1998	WO	9530919 A1	16-11-1995
US 2576011	A	20-11-1951	KEINE		



1/2

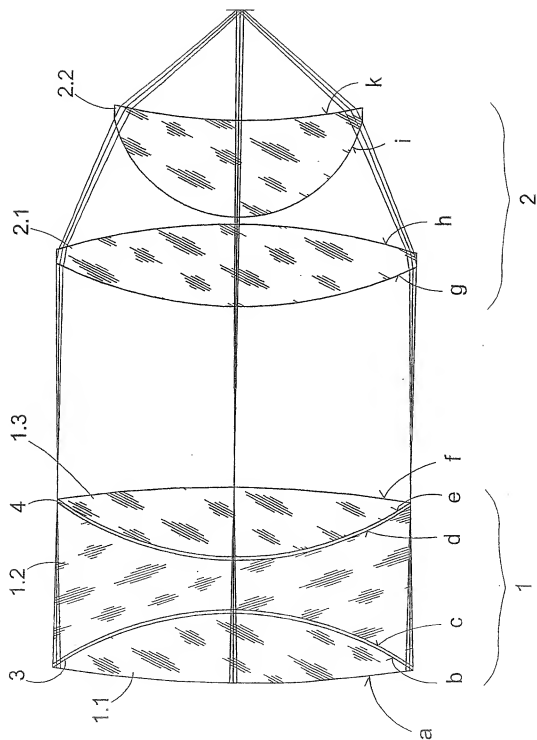


Fig.1

2/2

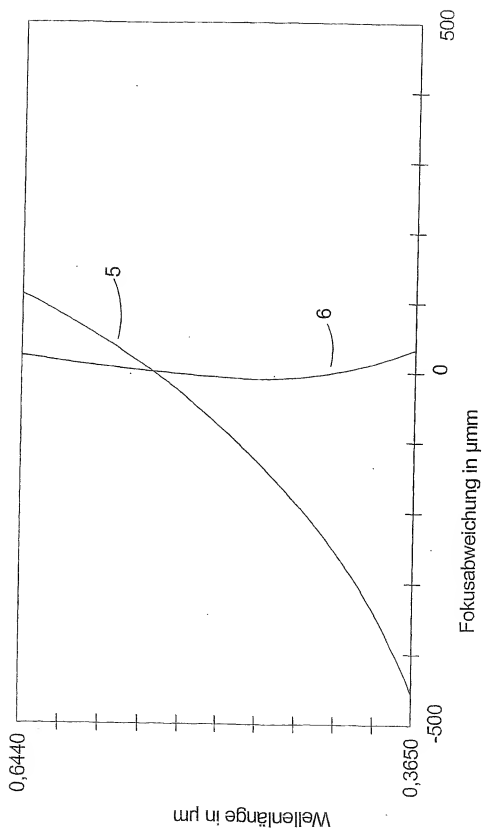


Fig.2